Vestnik zoologii, **33**(1–2): 69–74, 1999

УДК 591.4+574.24+591.159

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ РЫБ ДНЕПРОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НА ПРИМЕРЕ БЕРША *STIZOSTEDION VOLGENSIS*)

Р. А. Новицкий, В. Я. Гассо

Днепропетровский университет, пер. Научный 13, 320625 Днепропетровск, Украина

Получено 11 мая 1998

Морфологические аномалии рыб Днепровского водохранилища (на примере берша *Stizostedion volgensis*). Новицкий Р. А., Гассо В. Я. — Обнаружен широкий спектр аберраций интерьерных и экстерьерных признаков у рыб Днепровского водохранилища. Выявлены новые фенодевианты. Среди особей, родившихся в 1990–1991 гг., 76,5% имели какие-либо аномалии. Высказывается предположение о прямой зависимости многочисленных аномалий рыб и качеством природных вод и илов после аварии на Чернобыльской АЭС, а также неспецифическом ответе ихтиоценоза на токсическое загрязнение Приднепровского промышленного региона.

Ключевые слова: загрязнение, пресноводные рыбы, *Stizostedion volgensis*, аномалии, Днепровское водохранилище, Украина.

Morphological Abnormalities of Fishes from the Dneprovskoye Reservoir (on the example of *Stizostedion volgensis*). Novicki R. A., Gasso V. Ya. — Wide range of aberrations of internal and external characteristics of fish from the Dneprovskoye reservoir were determined. It was found new phenotypic deviations. 76.5% of individuals born in 1990–1991 had any abnormality. The direct relation of numerous fish abnormalities to the habitat quality influenced by the Chernobyl Accident is suggested. The non-specific response of fish community to the toxic pollution of industrial Dnieper region is marked.

Key words: pollution, fresh-water fish, *Stizostedion volgensis*, abnormalities, Dneprovskoye reservoir, Ukraine.

Введение

Днепровское (Запорожское) водохранилище, расположенное в центре крупнейшей индустриально-промышленной агломерации Украины, испытывает максимальный уровень негативного воздействия на биоту, в том числе и на ихтиокомплекс. Экологическая и, в первую очередь, экотоксикологическая ситуация на водохранилище продолжает оставаться напряженной, несмотря на некоторое снижение уровня загрязнения по сравнению с началом 90-х гг. К наиболее значимым негативным факторам воздействия относятся промышленное, коммунальное и сельскохозяйственное загрязнение, строительство и функционирование дач в прибрежной зоне, рекреационное освоение. Кроме того, ихтиокомплекс испытывает усиливающийся пресс промысла, любительского и незаконного (браконьерского) лова.

Рыбы являются удобными объектами в экотоксикологических исследованиях в силу своей высокой численности, широкого распространения и доступности для изучения реакции организмов на различные негативные воздействия на водные экосистемы (Жукинский и др., 1995). Влияние загрязнителей на водную среду приводит к неспецифической реакции у рыб — нарушению гомеостаза, в результате чего наблюдается деградация органов и тканей (Моисеенко и др., 1991). Физические аномалии, такие как патологии формирования скелета, не могут служить биомаркерами для целей раннего обнаружения потенциальной опасности антропогенного воздействия на среду. Однако, признано, что морфологические исследования могут служить связующим звеном между физиолого-биохимическими и экологическими исследованиями (Bucher et al., 1992, de Knecht, van Brummelen, 1997).

В ихтиологических исследованиях рассматривается, по крайней мере, 6 взаимосвязанных аспектов: морфологический, генетический, физиологический, поведенческий, хорологический и биоценотический, причем наиболее простым и доступным для широкого использования подходом является морфологический. Результат антропогенного воздействия может быть выявлен и визуально

оценен по наличию морфологических, а также патологоанатомических нарушений у рыб (Решетников и др., 1982; Решетников, 1991, 1994; Савваитова и др., 1995), по обнаружению так называемых фенодевиантов — морфологических отклонений и уродств, вызванных снижением генетического гомеостаза и гомеостаза развития, которое свидетельствует об эффекте воздействия экотоксикантов на водные экосистемы (Кирпичников, 1987; Захаров, Кларк, 1993; Савваитова и др., 1995).

В литературе описываются следующие фенодевианты у рыб: смещение чешуи, уродства или отсутствие плавников, недоразвитие жаберных лучей, аберрации жаберных тычинок, редукция жаберной крышки, аномалии челюстных костей, мопсовидная голова, уродства позвоночника, редукция или отсутствие глаз, заращение зрачка (Татарко, 1966; Савваитова и др., 1982, 1995; Кирпичников, 1987).

Целью настоящей работы явилось выявление аномалий в морфологическом облике одного из хищных видов рыб Днепровского водохранилища — берша *S. volgensis*. Как известно, хищники являются завершающим звеном трофических цепей и аккумулируют изменения, которые происходят на низших ступенях экологической пирамиды. Главная задача исследований заключалась в оценке неспецифического ответа на антропогенное воздействие сравнительно нового для ихтиокомплекса Днепровского водохранилища вида-аутакклиматизанта, каким является берш.

Материал и методы

Исследования проводились на всех трех участках Днепровского водохранилища (верхнем, среднем и нижнем) в период 1994–1997 гг. Верхний участок обычно выделяют от плотины г. Днепродзержинска до с. Кодаки, средний — от с. Кодаки до с. Федоровка, нижний — от с. Федоровка до плотины Запорожской ГЭС (рис. 1). Материал отбирался из весенних контрольно-биологических и летне-осенних промысловых уловов. Всего проанализировано 90 особей берша. Отобранные экземпляры подвергались общебиологическому анализу (Правдин, 1966). Визуально оценивался фенотипический облик берша. Анализировались меристические показатели (l. l., sp. br., число лучей в D1, D2, A, P, V, vert.) и их функциональное состояние. Учитывалась доля рыб с различными морфологическими аберрациями и среднее количество аномальных признаков, приходящихся на одну особь.

Результаты

В результате сборов ихтиологического материала на разных участках Днепровского водохранилища отловлено: верхний участок — 17 экз., средний — 37 экз., нижний — 36 экз.

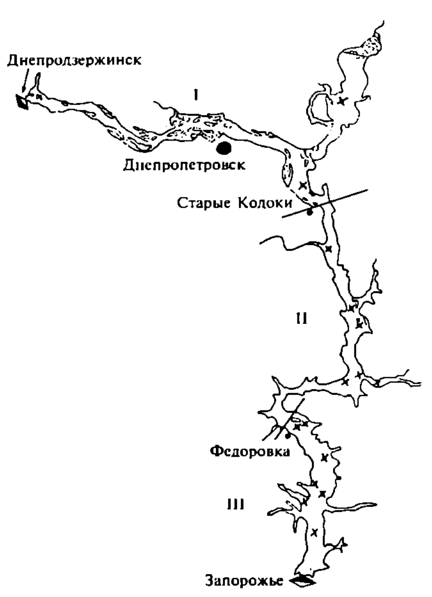


Рис. 1. Карта-схема Днепровского водохранилища: I — верхний участок, II — средний участок, III — нижний участок; × — точки ихтиологических обловов.

Fig. 1. Schematic map of the Dneprovskoye reservoir: I — upper part, II — middle part, III — lower part; × — points of ichthyological capture.

При морфологическом исследовании берша обнаружены многочисленные отклонения от нормы. Многие из них, несомненно, являются фенодевиантами (табл. 1). Из 90 исследованных особей берша 32 экз. (35,6%) оказалось с различными аберрациями, причем доля особей с морфологическими отклонениями в верхнем участке составила 18,7%, в среднем — 43,8%, а в нижнем — 37,5%.

К наиболее часто встречающимся аберрациям следует отнести аномалии развития лучей жаберной перепонки и жаберных тычинок — 81,3% от общего числа отклонений (рис. 2), аномалии в строении плавников — 9,4% (рис. 3), боковой линии — 6,3% (рис. 4), уродства позвоночника в хвостовой части тела — 3,2% (рис. 5).

Характерно, что среди самцов и самок берша не выявлено преобладания тех или иных аберраций у какого-либо пола (соотношение “аномальных” самок

Таблица 1. Фенодевианты берша Днепровского водохранилища

Table 1. Phenotypic deviations of the Volga zander *Stizostedion volgensis* from the Dneprovskoye reservoir

№ п/п	Фенодевианты
1	Искривление жаберных тычинок
2	Раздвоение жаберных тычинок
3	Неразвитие жаберных тычинок
4	Искривление лучей обоих брюшных плавников
5	Сращение лучей в брюшном плавнике
6	Отсутствие лучей в брюшном плавнике
7	Разделяющаяся боковая линия
8	Сращение позвонков в хвостовом отделе
9	Недоразвитие жаберных лучей
10	Отсутствие грудного плавника

к "аномальным" самцам — 1:1). В большинстве случаев наблюдалось наличие единичной аномалии у отдельно взятой особи, однако у 4 экз. (12,5%) отмечено наличие 2, а то и 3 морфологических отклонений от нормы. Среднее количество выявленных аномальных признаков на одну особь составило 0,41. Примечательно, что все особи берша с физиологически тяжелыми уродствами, снижающими подвижность и успешность охоты (сращение позвонков, отсутствие или искривление плавников), не уступали нормальным рыбам по темпам роста и жизнеспособности. Особи с такими патологиями характеризовались высокой упитанностью и отсутствием паразитов.

Необходимо отметить отсутствие у исследованных особей берша каких-либо механических (травматических) повреждений и уродств. При биологическом же анализе достаточно больших ихтиологических выборок (от 1000 экз.) во время

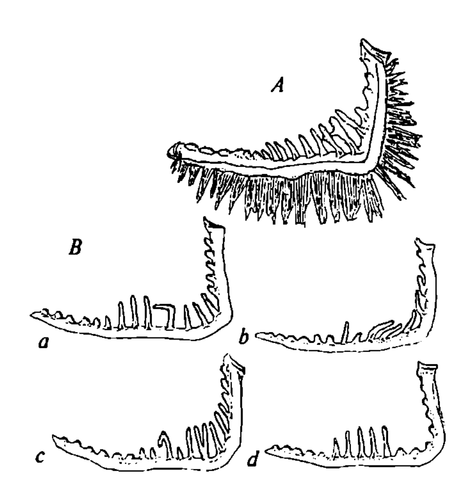


Рис. 2. Аномалии развития тычинок первой жаберной дуги: *A* — общий вид жаберной дуги, *B* — абберации жаберных тычинок (*a*, *b* — искривление тычинок, *c* — искривление и раздвоение тычинок, *d* — недоразвитие большей части тычинок).

Fig. 2. Abnormmalities of gill rakers *A* — a branchial arch, *B* — aberrations of gill rakers (*a*, *b* — curvature of a gill raker, *c* — curvatere and dichotomy of the rakers, *d* — underdevelopment of most rakers).

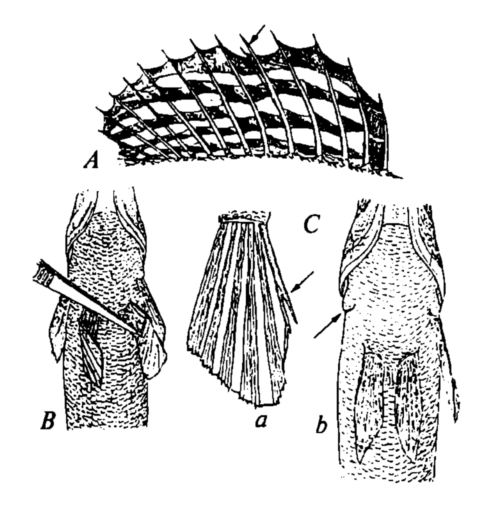


Рис. 3. Аномалии плавников берша: *A* — спинного (раздвоение колючего луча), *B* — брюшных (перегиб обоих плавников), *C* — грудного (*a* — сращение колючих лучей, *b* — отсутствие плавника).

Fig. 3. Abnormalities of the Volga zander fins: *A* — back fin (dichotomy of a spiny ray, *B* — pelvic fins (folding of both pelvic fins), *C* — pectoral fin (*a* — joining of spiny rays, *b* — absence of the fin).

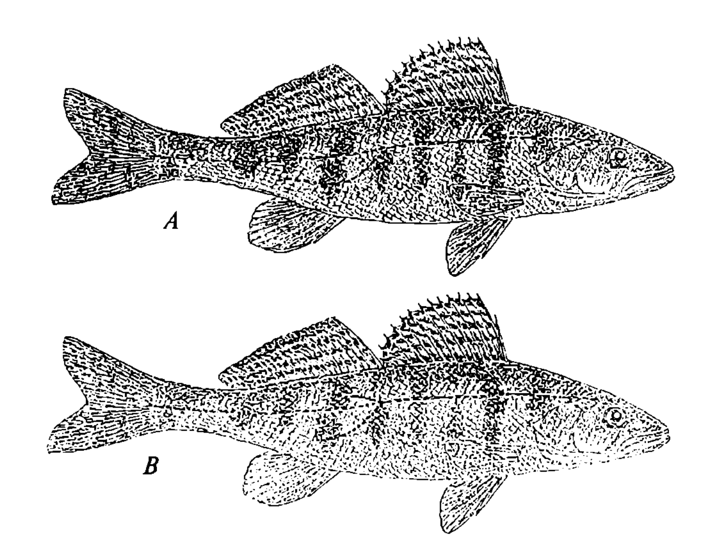


Рис. 4. Аномалии боковой линии: *A* — раздвоение, *B* — разветвление.

Fig. 4. Abnormalities of a lateral line: *A* — dichotomy, *B* — branching.

контрольных ловов и промысла у различных видов рыб наряду с фенодевиантами — отсутствие верхней лопасти хвостового плавника (сазан), недоразвитие одного из грудных плавников (судак) — достаточно часто регистрируются явно травматические повреждения и уродства:

— отсутствие хвостового плавника (сазан);

— отсутствие части хвостового стебля (щука);

— заращение глазной орбиты (плотва);

— уродства хвостовой части тела (серебряный карась);

— отсутствие губ (окунь, плотва, серебряный карась, густера).

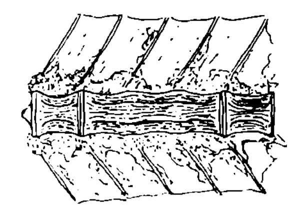


Рис. 5. Аномалия позвоночника в хвостовом отделе у берша (сращение трех тел позвонков).

Fig. 5. An abnormality of a tail saction in the zander vertebral column (joining of three vertebra corpus).

Подавляющее большинство травм рыбы получили в результате ударов лопастями винтов моторных лодок (сазан, щука), браконьерского багрения (сазан, лещ, судак), ранений любительскими орудиями лова — крючками, блеснами (плотва, серебряный карась, густера, окунь). Доля травмированных особей различных видов рыб в сетевых и неводных уловах иногда достигает 0,5% от общего улова.

Обсуждение и выводы

Рыбы являются чувствительными индикаторами антропогенного воздействия на природную среду. Нарушение равновесия экосистемы, вызванное загрязнением каскада днепровских водохранилищ радионуклидами после аварии на Чернобыльской АЭС, а также органическими поллютантами различного происхождения, способствует появлению изменений экстерьера рыб не только на начальных стадиях онтогенеза, но и у взрослых особей, находящихся под таким воздействием длительное время (Гидроэкологические последствия..., 1992). Значительный вклад в существующий дисбаланс между комплексом абиотических

факторов и оптимумом биопопуляционных параметров сообществ рыб в условиях водохранилища вносят промысел и рекреационное освоение.

Оценка морфологического облика берша и некоторых других видов рыб, наличие фенодевиантов позволяет выявить тесную связь между уровнем загрязнения водоема и степенью неадекватной реакции организмов на антропогенное воздействие.

Днепровское водохранилище расположено в центре промышленной агломерации Украины, и уровень загрязнения водоема чрезвычайно высок. Максимальная степень органического и радиационного загрязнения водохранилища отмечалась в 1989—1991 гг. (Кораблева, 1992; Радиоактивное и химическое загрязнение, 1992), причем наибольшее количество органических стоков приходится на верхний участок водохранилища, а в нижнем и частично среднем участках аккумулируется большинство токсикантов и радионуклидов. Характерно, что большинство (83%) отловленных экземпляров берша в период 1995—1996 гг. были 4—5-летнего возраста (поколение 1990—1991 гг.) и доля особей с морфологическими аномалиями была обоснованно высока — 76,5%. Следует отметить, что, согласно литературным данным, время "добегания" радиоактивных ионов (по-видимому, в составе илов) в Днепровское водохранилище приходится на 1988—1989 гг. (Радиоактивное и химическое загрязнение.., 1992, с. 89). Поэтому можно предположить, что исследованные аномалии явились результатом мутагенного воздействия радиации на берша — придонного хищника-бентофага. Подобное утверждение было высказано Шредером и Сандом (Schroder, Sund, 1985). Показательно, что уровень накопления тяжелых металлов и радионуклидов в тканях и органах берша Днепровского водохранилища отличается наивысшими показателями среди различных видов рыб (Дворецкий и др., 1993; Тарасенко и др., 1993). В то же время достаточно высокий процент травматических уродств у сазана, щуки, судака, карася серебряного, густеры может объясняться усиливающимся прессом рекреационного освоения водохранилища, интенсификацией промысла и любительского рыболовства и, особенно, негативным воздействием браконьерства.

Берш как типичный хищник-бентофаг Днепровского водохранилища может использоваться в качестве биоиндикатора качественного состояния природных вод, причем метод визуальной оценки состояния рыб достаточно прост и эффективен, что делает его пригодным для экспресс-оценки влияния комплексного загрязнения на экогидросистемы.

Благодарности

Авторы выражают признательность Гущаку С. В. за качественно выполненные рисунки к настоящей работе.

Гидроэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС. — Киев : Наук. думка, 1992. — 268 с.

Дворецкий А. И., Белоконь А. С., Лубянова В. И. Содержание стронция-90 и цезия-137 в моллюсках и рыбе днепровских водохранилищ // Вестн. Днепропетров. ун-та. Биология и экология: Материалы I Междунар. симпоз. "Зооиндикация и экотоксикология животных в условиях техногенного ландшафта". — Днепропетровск, 1993. — Вып. 1. — С. 161.

Жукинский В. Н., Вятчагина Л. И., Щербуха А. Я. Формализованная характеристика ихтиофауны Украины для оценки ее состава и состояния популяции // Гидробиол. журн. — 1995. — 31, № 4. — С. 17—41.

Захаров В. М., Кларк Д. М. Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. — М. : Моск. отделение Междунар. Фонда "Биотест", 1993. — 68 с.

Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. — Л. : Наука, 1987. — 520 с.

Кораблева А. И. Оценка уровня органического загрязнения Запорожского водохранилища и предложения по разработке природоохранных мероприятий. — Днепропетровск : Дніпро, 1992. — 52с.

Моисеенко Т. И., Лукин А. А., Кашулин Н. А. Сиг как тест-объект для биоиндикации качества вод озер Крайнего Севера // Современные проблемы сиговых рыб. — Владивосток, 1991. — Ч. 2. — С. 213–224.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Радиоактивное и химическое загрязнение Днепра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС. — Киев : Наук. думка, 1992. — 195 с.

Решетников Ю. С., Попова О. А., Стерлигова О. Н. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. — М. : Наука, 1982. — 258 с.

Решетников Ю. С. Исследования сиговых рыб в СССР // Современные проблемы сиговых рыб. — Владивосток, 1991. — Ч. 1. — С. 5–22.

Решетников Ю. С. Метод экспертной оценки состояния особи и популяции сиговых рыб // Биология и биотехника разведения сиговых рыб: Материалы 5-го Всерос. совещ. — С.-Пб., 1994. — С. 115–118.

Савваитова К. А., Максимов В. А., Винклер Х. Исследование фенодевиантов как показателей генетического состояния и селекционной ценности стад радужной форели из разных хозяйств ГДР // Биол. науки. — 1982. — № 35. — С. 49–53.

Савваитова К. А., Чеботарева Ю. В., Пичугин М. Ю., Максимов С. В. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды // Вопр. ихтиологии. — 1995. — 35, № 2. — С. 182–188.

Тарасенко С. Н., Загубиженко Н. И., Никитина Г. С. Накопление тяжелых металлов водными животными в условиях Днепродзержинского и Запорожского водохранилищ // Вестн. Днепропетров. ун-та. Биология и экология: Материалы I Междунар. симпоз. "Зооиндикация и экотоксикология животных в условиях техногенного ландшафта". — Днепропетровск, 1993. — Вып. 1. — С. 171–172.

Татарко К. И. Аномалии у карпа и их причинная зависимость // Зоол. журн. — 1966. — 45, вып. 12. — С. 1826–1834.

Bucher F., Hofer R., Salvenmoser W. Effects of treated paper mill effluents on hepatic morphology in male bullhead (Cottus gobio L.). // Arch. Environ. Contam. Toxicol. — 1992. — **23** — P. 410–419.

Knecht de J. A., Brummelen van T. C. Biological assessment of the presence and effects of new and unknown organic contaminants in the environment // ACES Scientific Report. Vrije Universiteit. — Amsterdam, 1997. — P. 9.

Schroder J. H., Sund M. Mutational changes of quantitative morphological traits in the convict cichlid (Cichlasoma nigrofasciatum Guenther) after irradiation of parental spermatogonia and oogonia with different doses of X-rays // Mutat. Res. — 1985. — 149, Iss. 2. — P. 209–219.